

(11)Publication number : 2000-264239  
(43)Date of publication of application : 26.09.2000

(21)Application number : 11-071095 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
(22)Date of filing : 16.03.1999 (72)Inventor : OKANOE TAKUHIRO

[illegible]

<http://www10.indinitt.com/DA1/assault/datab1/> 1 / AAAA 1 2D 1 1222 1222

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-264239

(P2000-264239A)

(43) 公開日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	ページコード (参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
5/04		5/04	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 101:00			
119:00			

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-71095

(22) 出願日 平成11年3月16日 (1999.3.16)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 岡上 卓弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100080296

弁理士 宮園 純一

Fターム (参考) 3D032 CC26 CC50 DA01 DA15 DA23

DA64 DC08 DC40 DD01 DD05

DD10 DD17 DE10 EB11 EC23

GG01

3D033 CA03 CA13 CA16 CA20 CA21

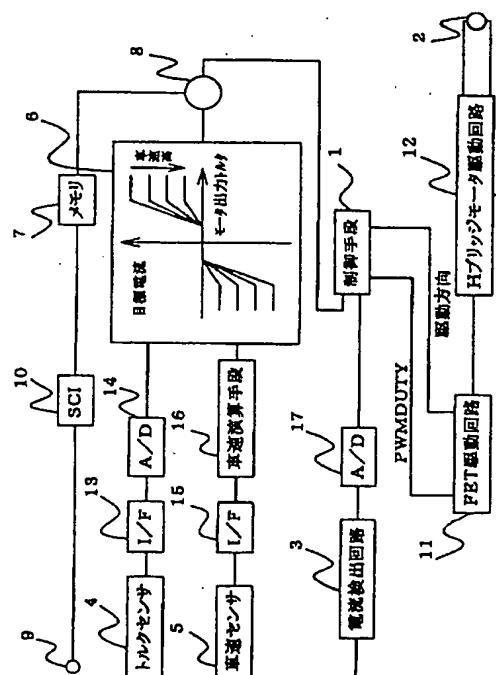
CA31 CA32

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 電動パワーステアリング装置の一部を構成する制御手段又は又はパワーステアリング用モータの各種構成部品のばらつきに基づく弊害を防止する。

【解決手段】 パワーステアリング用モータ2に流れるモータ駆動電流値とハンドル操作力に対応した目標電流値とに基づきモータ2をフィードバック制御する制御手段を有し、モータ駆動電流値又は目標電流値は、不揮発性メモリ7に書き換え可能に記憶された補正データによって補正可能とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パワーステアリング用モータを駆動することにより運転者のハンドル操作力の軽減を図る電動パワーステアリング装置であって、上記モータに流れるモータ駆動実電流値と上記ハンドル操作力に対応した目標電流値とに基づき上記モータをフィードバック制御する制御手段を有し、上記モータ駆動実電流値又は上記目標電流値は、書換え可能な不揮発性メモリに記憶された補正データにより補正可能であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】 上記モータ駆動実電流値又は上記目標電流値の何れか一方に所定の初期ゲインを施してこれら両電流値を上記制御手段に入力した時に上記モータを流れるモータ駆動実電流値を実測し、この実測して求めたモータ駆動実電流値及び上記両電流値に基づき得られたゲインを補正データとして上記不揮発性メモリに記憶したことを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】 上記補正データとしてのゲインを上記モータ駆動実電流値又は目標電流値に乗算して上記制御手段に入力することを特徴とする請求項 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】 上記モータの出力トルクを検出し、この出力トルクに基づき上記補正データが設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】 上記モータ駆動電流値又は上記目標電流値の何れか一方に所定の初期ゲインを施してこれら両電流値を上記制御手段に入力した時の上記モータの出力トルクを実測し、この実測して求めた出力トルク及びこれら両電流値に基づき得られたゲインを補正データとして上記不揮発性メモリに記憶したことを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 6】 上記補正データとしてのゲインを上記モータ駆動実電流値又は目標電流値に乗算して上記制御手段に入力することを特徴とする請求項 5 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 7】 上記不揮発性メモリに記憶されている補正データの正当性を判定する判定手段を設け、補正データの異常を判定した場合、上記制御手段はこの異常と判定した補正データに代えて別の所定の補正データに基づきフィードバック制御を実行することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 8】 上記不揮発性メモリに記憶されている補正データの正当性を判定する判定手段を設け、補正データの異常を判定した場合、上記制御手段は以後のフィードバック制御を停止することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 9】 上記不揮発性メモリには、同一の補正データを記憶する 3 つ以上のアドレスを設け、これらの内の一部のアドレスの補正データに不一致がある場合には、多数決によって正当な補正データを判定する判定手段を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 10】 上記判定手段は、上記補正データに異常がある場合、警報手段を動作させて運転者に報知することを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 11】 パワーステアリング装置の出力する舵取りアシスト推力を検出し、この推力に基づき上記補正データが設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電動パワーステアリング装置に関し、特に構成部品の性能上のばらつきによる弊害を防止した電動パワーステアリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 パワーステアリング用モータを駆動することにより運転者のハンドル操作力の軽減を図る電動パワーステアリング装置が広く用いられている。上記パワーステアリング用モータは一般にブラシ付き直流モータが用いられており、その出力トルクはモータを流れる駆動実電流にほぼ比例する特性を有する。従って、制御手段がハンドル操作トルク、車速等に基づき目標電流値を求める一方、上記駆動実電流をこの目標電流値に対してフィードバック制御を行うことにより結果として上記モータの適切なトルクを出力することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のパワーステアリング装置においては、制御手段の構成部品の性能上のばらつきによって、パワーステアリング用モータを流れるモータ駆動実電流のフィードバック制御自体或いはモータの出力特性がばらついたりした場合には、アシストトルクがばらつくことになる。その結果、運転者のハンドル操作力が設計値の通りに実現できなくなり、ハンドルが重すぎたり、軽すぎるといった不具合につながる問題点があった。

【0004】 そこで、このような問題点を解決するために、パワーステアリング用モータの駆動実電流のフィードバック制御において、この駆動実電流の検出利得を回路定数の調整によって行うことにより駆動実電流値を公差内に納めるといった処理が行われていた。

【0005】 しかしながら、回路定数の調整は例えば、①検出利得の調整行程において、所定検出利得となるような検出利得調整用の抵抗を半田付けする。②検出利得調整用のポテンショメータを備え、調整行程において所

定検出利得となるようにポテンショメータを調整する  
 ことが考えられる。しかし、①、②の場合、何れも  
 調整行程の自動化が困難である。又、①の場合、半田付  
 けの作業性の問題があり、又、②の場合、ポテンショメ  
 ータの信頼性の検討が必要であり、又、相応のコストア  
 ヅップとなる等の問題がある。更に、制御手段の構成部品  
 のばらつきに着目する場合、制御手段単体でモータの駆  
 動実電流を調整すればよいが、アシストトルクに着目す  
 ればモータの出力トルクのばらつき、さらにはパワース  
 テアリングギアの出力する舵取り推力を、制御手段を調  
 整することにより補正することが望ましい。しかし、こ  
 の場合、制御手段内部のハードウェアの定数調整をする  
 ことになるが、こうした場合には、制御手段とモータ又  
 はギアアッセンブリーとの一体で、モータのトルク試験  
 を行わなければならない、作業が複雑化するという問題が  
 ある。

【0006】本発明は上記問題点を解決するためになされ  
 たものであり、電動パワーステアリング装置の構成部  
 品の性能上のばらつきによる弊害を、簡単な構成で且つ  
 容易に解決することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載  
 の電動パワーステアリング装置は、パワーステアリング  
 用モータに流れる駆動実電流値とハンドル操作力に対応  
 した目標電流値とに基づきこのモータをフィードバック  
 制御する制御手段を有し、上記駆動電流値又は上記目標  
 電流値は、書換え可能な不揮発性メモリに記憶された補  
 正データにより補正可能とするものである。

【0008】本発明の請求項2に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、パワーステアリング用モータの駆動実  
 電流値又は目標電流値の何れか一方に所定の初期ゲイン  
 を施してこれら両電流値を制御手段に入力した時にこの  
 モータを流れる駆動実電流値を実測し、この実測して求  
 めた駆動実電流値及び上記両電流値に基づき得られたゲ  
 インを補正データとして書換え可能な不揮発性メモリに  
 記憶したものである。

【0009】本発明の請求項3に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、書換え可能な不揮発性メモリに補正デ  
 ータとして記憶されているゲインをパワーステアリング  
 用モータの駆動実電流値又は目標電流値に乗算して制御  
 手段に入力するものである。

【0010】本発明の請求項4に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、パワーステアリング用モータの出力トル  
 クを検出し、この出力トルクに基づき不揮発性メモリ  
 の補正データが設定されているものである。

【0011】本発明の請求項5に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、パワーステアリング用モータの駆動実  
 電流値又は目標電流値の何れか一方に所定の初期ゲイン  
 を施してこれら両電流値を制御手段に入力した時の上記  
 モータの出力トルクを実測し、この実測して求めた出力

トルク及び上記両電流値に基づき得られたゲインを補正  
 データとして不揮発性メモリに記憶させたものである。

【0012】本発明の請求項6に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、補正データとしてのゲインをモータ駆  
 動電流値又は目標電流値に乗算して制御手段に入力する  
 ものである。

【0013】本発明の請求項7に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、書換え可能な不揮発性メモリに記憶さ  
 れている補正データの正当性を判定する判定手段を設  
 け、補正データの異常を判定した場合、制御手段はこの  
 異常と判定した補正データに代えて別の所定の補正デ  
 ータに基づきフィードバック制御を実行するものである。

【0014】本発明の請求項8に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、書換え可能な不揮発性メモリに記憶さ  
 れている補正データの正当性を判定する判定手段を設  
 け、補正データの異常を判定した場合、制御手段は以後  
 のフィードバック制御を停止するものである。

【0015】本発明の請求項9に記載の電動パワーステ  
 アリング装置は、書換え可能な不揮発性メモリには、同  
 一の補正データを記憶する3つ以上のアドレスを設け、  
 これらの内の一部のアドレスの補正データに不一致があ  
 る場合には、多数決によって正当な補正データを判定す  
 る判定手段を設けたものである。

【0016】本発明の請求項10に記載の電動パワース  
 テアリング装置は、判定手段が補正データの異常を判定  
 した場合、警報手段を作動させて運転者に報知するもの  
 である。

【0017】本発明の請求項11に記載の電動パワース  
 テアリング装置は、パワーステアリング装置の舵取りア  
 シスト推力を検出し、この推力に基づき不揮発性メモリ  
 に補正データが設定されているものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につい  
 て図面に基づき説明する。

【0019】実施の形態1。図1及び図2は本発明の実  
 施の形態1を示し、図1は概略ブロック構成図、図2は  
 フローチャートである。制御手段1はパワーステアリン  
 グ用モータ2を流れるモータ駆動実電流値とハンドル操  
 作力に対応した目標電流値に基づきこのモータ2のフィ  
 ードバック制御を行うものである。上記駆動電流値は上  
 記モータ2を実際に流れる電流であり、電流検出回路3  
 により検出されて上記制御手段1に入力される。又、上  
 記目標電流値は、ハンドル操作力を検出するハンドルトル  
 クセンサ4の出力と車速センサ5の出力とから目標電  
 流マップ6に基づき演算される。書換え自在の不揮発性  
 メモリ7には上記目標電流値を補正し得る補正データが  
 書換え可能に記憶されている。この書換え可能な不揮発  
 性メモリ7としては例えば、一般に、バイト又はワード  
 単位での書き換え可能なEEPROM、又は、ブロック単位で  
 書き換え可能なフラッシュメモリ等がある。上記補正デ

ータとしては、本装置の構成部品に性能上のばらつきがあってもモータ駆動実電流値のばらつきを所定公差内に納める等して上記制御手段1によるフィードバック制御を適切に行えるよう、本装置に関する種々のデータが選択される。そして、その補正処理の方法としては例えば乗算器8を介して上記目標電流値に乗算する構成とすることができる。又、上記補正データを上記メモリ7に記憶させる手段としては種々の手段が可能であるがシリアル端子9からインターフェース10を介して通信手段によって記憶させることが可能である。図中、11はFET駆動回路であり、上記制御手段1からPWMのデューティとモータの駆動方向信号を入力し、後段のHブリッジモータ駆動回路12を制御するものである。このHブリッジモータ駆動回路12は4個のFETによって構成され、モータ2にモータ駆動実電流を供給するものである。図中、13はハンドルトルクセンサ4のインターフェース、14はハンドルトルク信号のA/D変換器、15は車速センサ5のインターフェース、16は車速センサ5の出力に基づき車速を演算する車速演算手段、17はモータ駆動実電流値のA/D変換器である。

【0020】次に、動作について説明する。運転者のハンドル操作はハンドルトルクセンサ4によって検出され、又、その時の車速は車速センサ5によって検出され、両センサ4、5の出力から目標電流マップ6に基づき目標電流値を算出する。更に、この目標電流値には乗算器8において、メモリ7に記憶されている補正データが乗算されて制御手段1に入力される。一方、この時のモータ駆動実電流値は電流検出回路3から制御手段1に入力される。この制御手段1は入力した目標電流値とモータ駆動実電流値とによってフィードバック制御を行うものであって、FET駆動回路11に出力するPWMのデューティを計算する。FET駆動回路11は制御手段1から入力した上記PWMのデューティとモータの駆動方向信号に基づきHブリッジモータ駆動回路12を駆動して、モータ2にモータ駆動実電流を供給する。これにより、モータが駆動して運転者のハンドル操作を補助する。

【0021】次に、図2に基づきフィードバック制御の実現について説明する。まず、システムが起動すると、ステップS1の初期化処理によりシステムの初期化を実行する。ステップS2～ステップS11は一定周期毎に逐次的に処理される制御ループである。ステップS2でシリアル通信の処理を行い、メモリ7の書き込みデータを受信したか否かを判定し、受信していればそのデータを制御手段1のRAMにストアし、メモリ7に補正データ書き換えの要求を発行する。ステップS3ではメモリ7のデータの読み出し、及び書き込み処理を行う。システム起動直後は読み出し終了フラグがクリアされている場合、この場合には、メモリ7のデータを読み出し、補正データとして制御手段1のRAMにセットする。又、読み出し処理が終了すれば読み出し終了フラグをセットす

る。更に、補正データの書き換え要求が発行されている場合は、補正データを書き込み、書き込み要求フラグをクリアする。ステップS4では車速センサ5の出力するパルスの周期によって車速を演算する。次に、ステップS5ではハンドルトルクセンサ4の出力値を取り込む。ステップS6では、ステップS4とステップS5の車速及びハンドル操作トルクの検出値に応じてモータ2の目標電流値を算出する。ステップS7では、上記目標電流値に上記補正データを乗算することにより目標電流値を補正する。例えば、目標電流値が100LSBであれば、補正後の目標電流値は1.2倍されて120LSBとなる。ステップS8ではモータ駆動実電流値を取り込む。ステップS9では、補正後の目標電流値と上記モータ駆動実電流値とによるフィードバック制御が実行される。特に、フィードバック制御演算を、定常位置偏差が零となるように例えば積分項を含めて適切に設計された制御系においては、ステップS7の補正後の目標電流値を一定に保てば、ステップS8で検出されるモータ駆動実電流値は所定の周期後にはこの目標電流値に一致して収束する。ステップS10では出力処理をし、ステップS11では制御同期判定待機をする。

【0022】又、上記補正データは例えば以下のようにして求めることができる。

1. メモリ7に補正データを書き込みしていない状態において、補正データを先ず、最小の初期値（初期ゲイン）

$$G2(i_{ini}) = 1$$

とする。

2. 上記のように補正データを先ず、最小の初期値に設定した状態で、制御手段1の仕様上最大値となる目標電流値 $I_{m(max)}$ を設定して制御手段1を動作させた場合のモータ駆動実電流値 $I_{m(mes)}$ を検出する。

3. 上記モータ駆動実電流値 $I_{m(mes)}$ と上記目標電流値 $I_{m(max)}$ との比 $G2$ をもとめる。

$$G2 = I_{m(max)} / I_{m(mes)}$$

このようにして求めたゲイン $G2$ が補正データとなり、この値 $G2$ をシリアル通信端子9からメモリ7に書き込む。このようにして、ゲインとしての補正データが設定されたため、次回からはこの補正データに基づきフィードバック制御が行われる。従って、例えば制御手段1の製品仕様上、最大電流値が $I_{m(max)}$ である場合、制御手段1に入力する目標電流値は $G2 \cdot I_{m(max)}$ に補正されており、この時、モータ2の駆動実電流値は仕様の通り $I_{m(max)}$ となり、モータ2の駆動実電流値の制御を実現できる。

【0023】本実施の形態においては制御手段1の各種構成部品に性能上のばらつきがあった場合、上述のように補正データを実測して求め、この補正データによって補正された目標電流値とモータ駆動電流値とに基づきフィードバック制御を行うため、モータ駆動実電流値のば

らつきを所定公差以内に納めることができ、又、モータ2の出力トルクを所定公差以内に納めることができる。更に、不揮発性メモリを用いているため、その記憶データの保持に電氣的なバックアップは不要である。

【0024】実施の形態2. 図3は本実施の形態2を示す概略ブロック構成図、図4は本実施の形態に係わるフローチャートである。実施の形態1では、目標電流値を補正する場合について説明したが、本実施の形態2では電流検出回路3によって検出されたモータ駆動実電流値を補正処理するものである。その補正処理の方法としては、  
10 書換え可能な不揮発性メモリ21に記憶されている補正データを例えば、乗算器22を介してこのモータ駆動実電流値に乗算することが可能である。次に、図4に基づきフィードバック制御について説明する。実施の形態1との相違は、ステップS6で算出された目標電流値に対するステップ7での補正処理が削除される一方、ステップS8のモータ駆動実電流値とステップS3の補正データとの乗算をステップS12で実行し、その結果をステップS9のフィードバック制御に利用する点にある。

【0025】次に、本実施の形態2における補正データを求める場合について説明する。図3において、目標電流の最大値を $Im(max)$ 、電流検出回路3の利得を $G1$ 、モータ駆動実電流値を $Im(mes)$ 、補正データとしての補正ゲインを $G2$ とし、目標電流値を $Im(max)$ に保てば、

$$Im(max) = G1 \cdot G2 \cdot Im(mes)$$

が成立する。ここで、制御手段1の定常位置偏差が零の場合には、制御手段1に入力する目標電流値とモータ駆動実電流値とは、定常状態では一致するはずであるため、

$$Im(max) = Im(mes)$$

となるように $G1$ の値を選べばよい。即ち、 $G2 = 1/G1$ とすればよい。実際に、この $G2$ を測定によって求める方法は以下になる。いま、上記目標電流値 $Im(max)$ は設定値とし既知である一方、モータ駆動電流値 $Im(mes)$ は電流検出回路3によって実測可能な値であるから、補正データとしての補正ゲインを最大の初期値 $G2(ini)$ で動作させるものとし、モータ駆動実電流値 $Im(mes)$ を実測した時、

$$Im(max) = G1 \cdot G2(ini) \cdot Im(mes)$$

の関係が成立する。ここで、求めるべき補正ゲインを $G2$ とすれば、 $G2$ 補正後のモータ駆動実電流値は目標電流値 $Im(max)$ に一致しなければならないので、

$$G2 \cdot Im(max) = G2(ini) \cdot Im(mes) \quad *$$

$$Tq(ref) = Im(max) \cdot Kt(ref)$$

$$= Kt \cdot G2(ini) / G1 \cdot Im(max) \cdot G2$$

が成立し、更に、上式を用いると、

$$= G2 \cdot Tq$$

が成立する。従って、これを補正ゲイン $G2$ について解

\*が成立する。従って、

$$G2 = Im(mes) / Im(max) \cdot G2(ini)$$

が補正ゲインとなる。本実施の形態によれば、不揮発性メモリ21に記憶されている補正データによってモータ駆動実電流値を補正し、制御手段1はこの補正後のモータ駆動実電流値と目標電流値とによってフィードバック制御を行うため、仮に、制御手段1の構成部品に性能上のばらつきがあってもモータ2に流れるモータ駆動実電流値のばらつきを所定公差以内に納めるだけでなくモータ2の出力トルクを所定公差以内に納めることができる。

【0026】実施の形態3. 図5は本実施の形態3に係わる概略ブロック構成図である。実施の形態1及び2においては目標電流値及びモータ駆動実電流値から補正データを求めたが、本実施の形態3においては、モータ2の出力トルクと目標電流値とから補正データを求め、この補正データによって目標電流値を補正することにより、モータ2の出力のばらつきを補正するものである。上記補正データによって上記目標電流値を補正処理する仕方には各種の方法が想定されるが、補正データは例えば、乗算器31を介して上記目標電流値に乗算する構成とすることが可能である。

【0027】以下、補正データの求める方法について説明する。モータ2としてブラシ付きDCモータを用いた場合、モータ2のトルク定数を $Kt$ 、モータ駆動実電流値を $Im$ とすればモータ2の出力トルク $Tm$ は約

$$Tm = Kt \cdot Im$$

となり、モータ駆動実電流値に比例する。従って、モータ2の出力トルクのばらつきの原因となるトルク定数 $Kt$ のばらつき及び制御手段内部の利得 $G1$ のばらつきの両者の要因で決まるばらつき、即ち、 $Kt/G1$ により生じるモータ2の出力トルクのばらつきに対して、補正ゲイン $G2$ を求めれば、モータ2の出力トルクの補正が可能となる。図5において、先ず、メモリ7には補正データが記憶されていないとする。この時、補正データを最小の初期値 $G2(ini)$ とし、目標電流を仕様上最大値 $Im(max)$ にセットし、且つモータロック状態でのモータ2の出力トルク $Tq$ を計測すると、この出力トルク $Tq$ と目標電流値 $Im(max)$ との間の関係式は下記の式が成立する。

$$Tq = Kt \cdot G2(ini) / G1 \cdot Im(max)$$

次に、モータ2の出力トルクはモータ駆動実電流に比例するので、モータ2のトルク定数の設計中心値を $Kt(ref)$ とし、且つ、補正ゲインを $G2$ とすると、モータ2の出力トルクの設計中心値 $Tq(ref)$ は、

$$Tq(ref) = Im(max) \cdot Kt(ref)$$

$$= Kt \cdot G2(ini) / G1 \cdot Im(max) \cdot G2$$

が成立し、更に、上式を用いると、

$$= G2 \cdot Tq$$

が成立する。従って、これを補正ゲイン $G2$ について解

$$G2 = Tq(ref) / Tq$$

となる。ここで、 $Tq$ は測定によって求まる値であり、 $Tq(ref)$ は設計中心値で既知の値である。従って、補正ゲイン $G2$ は容易に求められる。本実施の形態においては目標電流値、モータ駆動電流値、及びモータ出力トルクに基づき補正ゲインを求めるため、制御手段1とモータ2を組み合わせた両者の各種構成部品にばらつきがあっても、このばらつきに基づく弊害を防止でき、適切なフィードバック制御を実行できる。

【0028】実施の形態4. 図6は、本実施の形態4に係わる概略ブロック構成図である。実施の形態3ではモータ2の出力トルクから補正データを求めて、目標電流値を補正したが、本実施の形態3ではモータ2の出力トルクから補正データを求め、この補正データを補正ゲインとしてモータ駆動実電流値に乗算器41を介して乗算することにより、モータ駆動実電流値のフィードバックゲインを補正し、以て、モータ2の出力トルクの調整をするものである。

【0029】以下に、上記補正ゲインの求め方について説明する。まず、メモリ21には補正データが記憶され\*20

$$\begin{aligned} Tq(ref) &= Im(max) \cdot Kt(ref) \\ &= Im'(max) \cdot Kt \\ &= Im(max) / (G1 \cdot G2) \cdot Kt \end{aligned}$$

を満たす $G2$ を求めれば、この値が補正データとしての補正ゲインとなる。ここで、 $Im'(max)$ は目標電流\*

$$\begin{aligned} G2 &= Kt / (G1 \cdot Kt \cdot (ref)) \\ &= Tq \cdot G2(ini) / (Im(max) \cdot Kt(ref)) \end{aligned}$$

となる。ここで、 $Tq$ は測定によって求めることができ、 $G2(ini)$ は $Tq$ 測定時に用いた補正データ初期値、 $Im(max)$ は $Tq$ 測定時の目標電流値、 $Kt(ref)$ は設計値で既知の値であるから $G2$ は容易に求めることができる。本実施の形態4においては、上記実施の形態3と同様に、目標電流値、モータ駆動電流値、及びモータ出力トルクに基づき補正ゲインを求めるため制御手段1とモータ2を組み合わせた両者の各種構成部品にばらつきがあっても、このばらつきに基づく弊害を防止でき、適切なフィードバック制御を実行できる。

【0030】実施の形態5. 実施の形態5を図7に基づき説明する。本実施の形態においては、書換え可能な不揮発性メモリ51の記憶内容、即ち補正データの正当性を判定する判定手段52を設けたものである。上記判定手段52は制御手段1がメモリ51の補正データを読み出した時に、その正当性を判定する機能と、異常と判定した時にこのメモリ51に記憶の補正データに代わって制御手段1に別の所定の補正データを出力する機能とを有している。正当性を判定する方法としては、例えば

1. 同一の補正データをメモリ51の複数のアドレスに記憶し、読み出し時に補正データ同士を相互に比較することにより判定する。
2. メモリ51に記憶されている他のデータも含めた全

\*ていないものとし、この状態において、補正データを最大の初期値 $G2(ini)$ とし、目標電流を仕様上最大値 $Im(max)$ とし、モータロック状態で作動させる。この時、モータ駆動実電流値を $Im(mes)$ 、電流検出回路3の利得を $G1$ とすれば

$$Im(max) = Im(mes) \cdot G1 \cdot G2(ini)$$

が成立する。又、この時、モータ2の出力トルクを $Tq$ とし、モータ2のトルク定数を $Kt$ とすれば、

$$Tq = Im(mes) \cdot Kt$$

が成立し、更に、上式を用いると

$$= Im(max) / (G1 \cdot G2(ini)) \cdot Kt$$

が成立する。更に、モータ駆動実電流値の設計中心値は $Im(max)$ であり、この時、モータ2のトルク定数が $Kt(ref)$ である設計中心特性のモータ2を組み合わせた場合の出力トルクを $Tq(ref)$ とすれば

$$Tq(ref) = Im(max) \cdot Kt(ref)$$

が成立する。被調整対象としての制御手段1とモータ2との組み合わせによって、目標電流 $Im(max)$ に対して調整後に出力トルク $Tq(ref)$ を発生する必要

があるため、上式より

\*値 $Im(max)$ に対するトルク調整後のモータ駆動実電流値である。 $G2$ について上式を解くと、

SUM値を設定しておき、システム起動時に全データのSUM値を計算し、SUMデータと比較して正当性を判定する。等がある。

上記判定手段52が異常判定時に出力する上記補正データとしては、ハンドルの操作力が軽くなりすぎてハンドルがふらつくことを防止するため、例えばモータ2の駆動実電流値が最小となるデータを選択することができる。又、警報手段としてのワーニングランプ53を設け、上記判定手段52が異常を判定した時にランプ駆動手段54を介してこのワーニングランプ53を点灯させる構成とすることが可能である。このように構成することにより、運転者は本装置の異常に基づく運転事故を防止することができる。

【0031】実施の形態6. 本実施の形態6を図7に基づき説明する。上記実施の形態6においては、書換え可能な不揮発性メモリ51に記憶の補正データの異常を検知したとき判定手段52は記憶内容としての補正データに代えて所定の補正データを出力するようにしたが、異常を判定した時に動作を停止するようにしてもよい。異常を検知する方法としては実施の形態5と同様にすることができる。このように構成することにより、異常な補正データに基づくハンドルの誤操作を防止できる。

【0032】実施の形態7. 本実施の形態7を図7に基

づき説明する。本実施の形態7における判定手段52は以下のようにして補正データの異常の有無を判定するものである。書換え可能な不揮発性メモリ51の少なくとも3つ以上のアドレスに同一の補正データを記憶させ、起動時にこれらを読み出して相互比較をし、これらアドレスの内の一部のデータに不一致が認められた場合には多数決によって正当な補正データを判定し、この正当と判定した補正データに基づき以降のフィードバック制御を継続するようにしたものである。但し、データの不一致率が高い場合にはメモリ51に異常が生じていると判定し、実施の形態5と同様に別の所定の補正データによって以後の制御を継続するか又は、実施の形態6と同様に以後の制御を停止させるものとして行うことができる。

【0033】実施の形態8. 本実施の形態8を図7に基づき説明する。本実施の形態8においては、メモリ51の少なくとも3つ以上のアドレスに同一の補正データを記憶させ、更に、それらの全SUM値を他のアドレスに記憶させ、同一であるはずのこれら補正データを起動時に読み出して相互比較をし、一部のデータに不一致が認められた場合には多数決によって一応正当と認められる補正データを判定した上、更に、この一応正当と判定した補正データから計算されるSUMの値と、別途、読み出したSUMの値が一致した場合に限り、この補正データを正当と判定し、以後の制御を継続させるものである。それ以外の場合には、メモリ51の内容に異常があるとして、上述した実施の形態5、6と同様に所定の補正データによって以後の制御を継続させるか、又は、停止させる。このように構成することにより、仮に、CPUが暴走して、メモリ51の多数のアドレスに対し、同一の補正データを書き込んだとしても、そのSUM値はSUM格納領域に記憶されている値とは異なることが予想されるため、異常の有無を正しく判定できる一方、メモリセルが1bit不良になった程度の異常に対しては補正データは正しい値を保持できる。

【0034】実施の形態9. 実施の形態3或いは実施の形態4においては、モータ2の出力トルクを測定することにより補正ゲインを求め、制御手段1とモータ2を組合せた両者の各種構成部品にばらつきに基づく弊害を防止することを提案したが、さらにパワーステアリング装置全体としてのばらつきを考慮し、アシスト力のばらつきを抑えるためには、所定の目標電流に対するパワーステアリング装置の出力する舵取りアシスト推力を検出し、このアシスト推力検出値に基づき上記補正データを設定するようにしても良い。例えば、実施の形態3において、 $T_q$ としてモータトルクではなく、パワーステアリング装置の舵取りアシスト推力を用い、同様に舵取りアシスト推力の設計中心値を $T_q(\text{ref})$ とすることにより、舵取りアシスト推力の測定を行えば、以下は実施の形態3と同様にして補正ゲイン $G_2$ を求めることができ、得られた補正ゲイン $G_2$ はステアリングギアのフ

リクションの影響なども込みで補正された操舵アシスト推力を得るための値として求める。本実施の形態においては、補正値の設定は制御装置に設けられたSC1インターフェースを介してシリアル通信等の方法で容易に制御装置内に、設けられたEEPROMに書き込むことができるので、パワーステアリング装置としてステアリングギア、モータ2、及び制御手段1を組み合わせ、パワーステアリング装置として組み付けた個々のばらつきを全て補正し得る状態において調整処理を行うため、よりアシスト力のばらつきの少ない、精度の良い調整が可能となる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、書換え可能な不揮発性メモリに記憶されている補正データを必要に応じて書換え、フィードバック制御の調整を図ることにより、本装置の各種構成部品の性能上のばらつきに基づく弊害を防止して、適切なフィードバック制御を可能とし、適切なハンドル操作を可能とするものである。又、各種構成部品に応じて補正データを書き換えるだけの簡単な作業によって各種構成部品のばらつきに対し即座に対応して、この効果を奏するものである。更に、不揮発性メモリを用いているため、その記憶データの保持に電氣的なバックアップは不要である。

【0036】また、請求項2に記載の発明によれば、モータ駆動実電流値と目標電流値、即ち制御手段の入力側と出力側の値に基づきフィードバック制御の補正データを求めるため、制御手段の構成部品のばらつきに基づく弊害はこの補正データを書き換えるだけの簡単な作業によって簡単に解消され、適切なフィードバック制御を可能とするものである。

【0037】また、請求項3に記載の発明によれば、モータ駆動電流値と目標電流値、即ち、制御手段の入力側と出力側の値に基づき補正データを求め、この補正データによってフィードバックゲインを補正するため、制御手段の各種構成部品のばらつきに基づく弊害はこの補正データを書き換えるだけの簡単な作業によって解消され、適切なフィードバック制御を可能とするものである。

【0038】また、請求項4に記載の発明によれば、モータの出力トルクに基づき補正データを求めるため、モータの各種構成部品の性能上のばらつきに基づく弊害はこの補正データを書き換えるだけの簡単な作業によって防止され、適切なハンドル操作を可能とするものである。

【0039】また、請求項5に記載の発明によれば、目標電流値、モータ駆動実電流値、及びモータの出力トルクに基づき補正データを求めるため、制御手段とモータを組み合わせた両者の各種構成部品の性能上のばらつきに基づく弊害はこの補正データを書き換えるだけの簡単



な作業によって解消され、適切なハンドル操作を可能とするものである。

【0040】また、請求項6に記載の発明によれば、目標電流値、モータ駆動実電流値、及びモータの出力トルクに基づき求めた補正データによってフィードバックゲインを補正するため、制御手段とモータとを組み合わせた両者の構成部品の性能上のばらつきに基づく弊害は、この補正データを書き換えるだけの簡単な作業によって防止される。

【0041】また、請求項7に記載の発明によれば、補正データの正当性を判定する判定手段を更に備え、補正データの異常を判定した場合には、この補正データに代えて別の所定の補正データに基づきフィードバック制御を実行するため、上述のように制御手段又はモータの構成部品のばらつきに基づく弊害を防止できる上に、不揮発性メモリの損傷等に基づく補正データの異常が生じても適切なフィードバック制御の継続を可能とするものである。

【0042】また、請求項8に記載の発明によれば、補正データの正当性を判定する判定手段を更に備え、補正データを異常と判定した場合にはフィードバック制御を停止させるため、上述のように各種構成部品のばらつきに基づく弊害を防止できる上に、不揮発性メモリの異常に基づく誤ったハンドル操作を防止できる。

【0043】また、請求項9に記載の発明によれば、不揮発性メモリには、同一の補正データを記憶する3つ以上のアドレスを設け、これらの内の一部のアドレスの補正データに不一致がある場合には、多数決によって正当な補正データを判定する判定手段を更に備えたため、上述のように制御手段又はモータの各種構成部品のばらつきに基づく弊害を防止できる上に、仮に、不揮発性メモリに不備が生じても正当な補正データによって適切なフィードバック制御を行うことができる。

【0044】また、請求項10に記載の発明によれば、上述のように制御手段又はモータの各種構成部品の性能\*

\*上のばらつきに基づく弊害を防止できる上に、補正データを異常と判定した判定手段は警報手段を作動させて、その旨を運転者に報知するため、運転者は誤ったフィードバック制御が行われることを事前に知ることができ、誤ったハンドル操作を防止できる。

【0045】また、請求項11に記載の発明によれば、パワーステアリング装置の舵取りアシスト推力に基づき補正データを求め、この補正データを不揮発性メモリに記憶させることによってモータ駆動電流が補正されるように構成したため、制御手段とモータ、及びギアを組み合わせた個々の構成部品の性能上のばらつきに基づく性能ばらつきの積み上げにより、舵取りアシスト推力が無調整状態では大きくばらついたとしても、最終的な舵取りアシスト推力のばらつきはこの補正データを書き換えるだけの簡単な作業によって解消することができ、しかも補正データの書き換えは制御装置に設けられたSC Iインターフェース等の通信手段を用いて容易に実現できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係わる電動パワーステアリング装置の概略ブロック構成図。

【図2】 実施の形態1に係わるフローチャート。

【図3】 実施の形態2に係わる電動パワーステアリング装置の概略ブロック構成図。

【図4】 実施の形態2に係わるフローチャート。

【図5】 実施の形態3に係わる概略ブロック構成図。

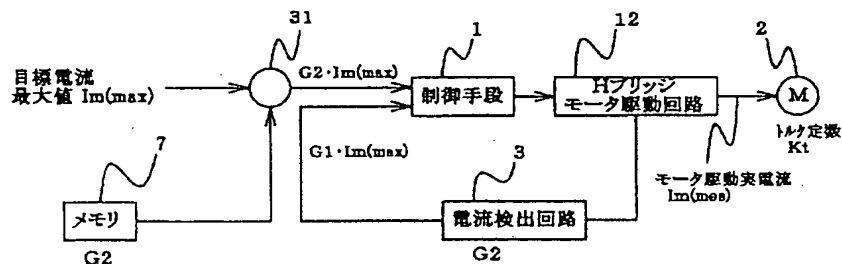
【図6】 実施の形態4に係わる概略ブロック構成図。

【図7】 実施の形態5乃至8に係わる概略ブロック構成図。

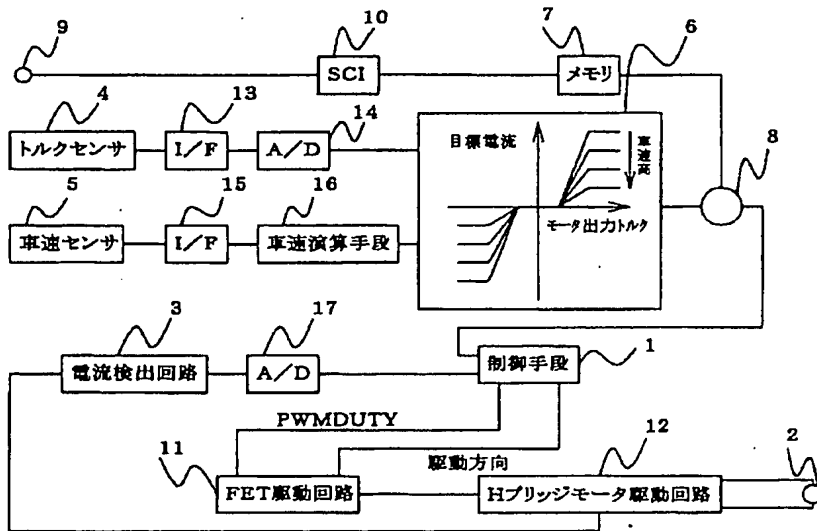
【符号の説明】

1 制御手段、2 パワーステアリング用モータ、7 書換え可能な不揮発性メモリ、8 乗算器、21 書換え可能な不揮発性メモリ、22 乗算器、31 乗算器、41 乗算器、51 書換え可能な不揮発性メモリ、52 判定手段、53 ワーニングランプ。

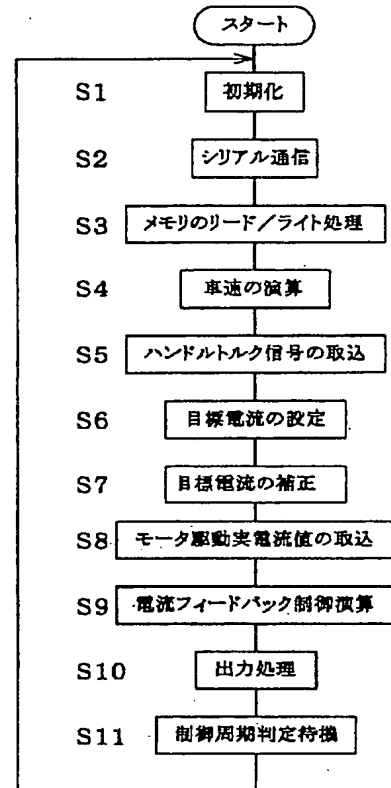
【図5】



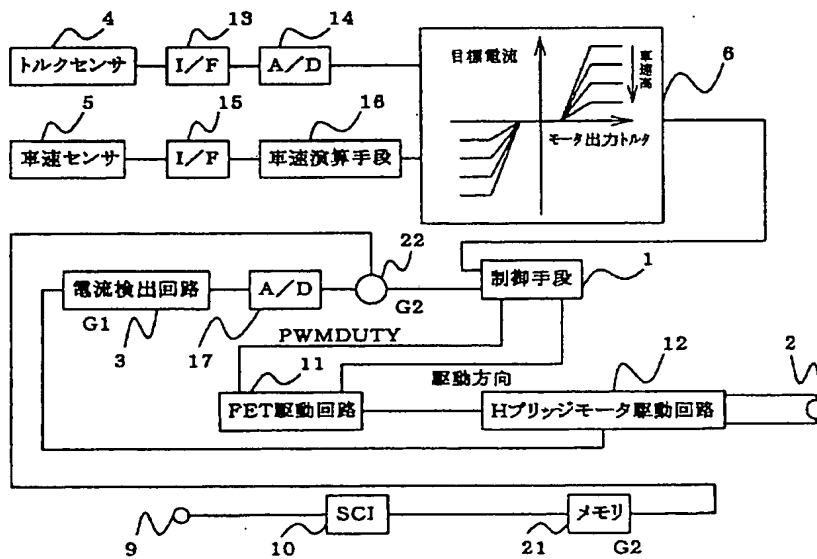
【図1】



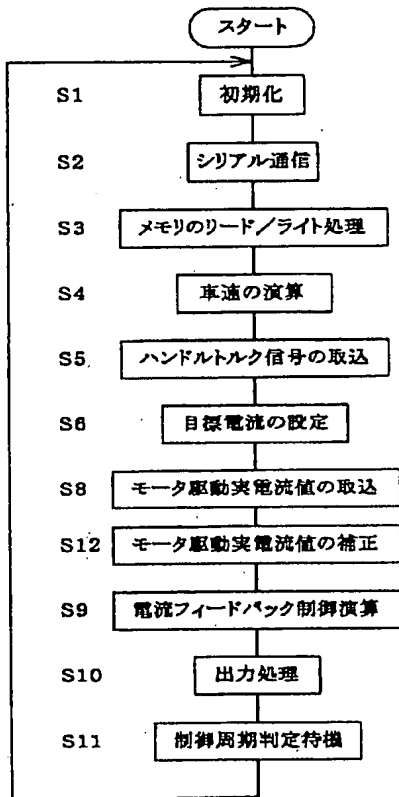
【図2】



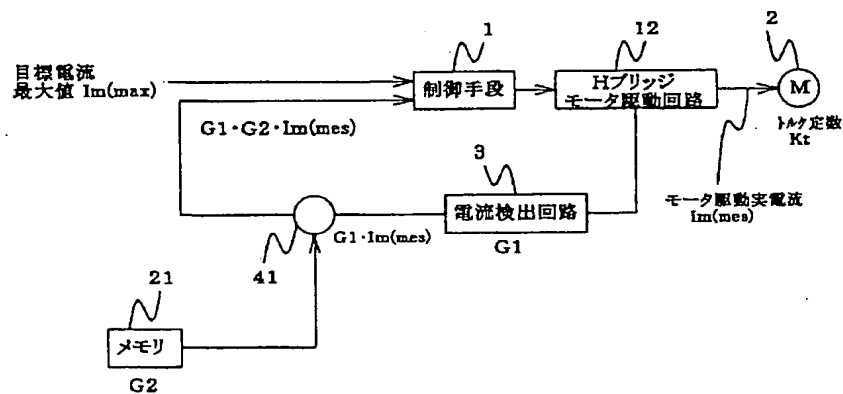
【図3】



【図4】



【図6】



【図7】

